ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 21 AVRIL 1908.

PRÉSIDENCE DE M. H. BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne quelques détails sur le quatrième Congrès des Mathématiciens qui vient de se tenir à Rome du 6 au 11 avril et qui a compté plus de 600 adhérents.

« Ce Congrès, dit-il, qui a réuni à Rome un grand nombre de nos compatriotes, parmi lesquels des professeurs de la Sorbonne et du Collège de France, de nos Universités provinciales et quatre Membres de l'Académie, MM. C. Jordan, Poincaré, Picard, le Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques, a été inauguré le 6 avril au Capitole, dans la salle des Horaces et des Curiaces du Palais des Conservateurs, en présence de S. M. le Roi d'Italie, qui avait bien voulu donner aux géomètres une première marque de bienveillance en acceptant que leurs travaux fussent placés sous son haut patronage.

» Il n'est pas d'attentions dont les congressistes n'aient été comblés par M. le Ministre de l'Instruction publique, M. le Syndic de Rome, M. le Recteur de l'Université de Rome, M. le Syndic de Tivoli et, en général, toutes les autorités.

» L'Académie royale des Lincei avait tenu à manifester tout l'intérêt qu'elle prenait à nos travaux en mettant à notre disposition les salles du beau palais Corsini, qui lui a été affecté. Son président, M. le Sénateur Blaserna, qui a été nommé par acclamation président du Congrès, a suivi toutes les séances et a réussi à prévenir toute difficulté, grâce à son tact et à sa courtoisie.

» L'un des principaux avantages des Congrès est de permettre aux savants

qui s'occupent des mêmes études de se connaître et de s'entretenir à loisir. Nous avons été particulièrement heureux de faire la connaissance personnelle des géomètres italiens qui, comme il est naturel, étaient venus en grand nombre. En nous présentant, dans les diverses séances, l'exposé d'ensemble de leurs belles et récentes découvertes, nos collègues d'Italie ont encore accru, s'il était possible, la haute estime dans laquelle nous tenions déjà toutes leurs recherches. Leurs prévenances et leur amabilité nous ont laissé des souvenirs qui ne s'effaceront pas.

» Sur l'invitation des géomètres anglais, il a été décidé que le cinquième Congrès des Mathématiciens se tiendrait à Cambridge en 1912. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un complément de démonstration du mécanisme de la stéréoscopie monoculaire.* Note de M. **A. Chauveau.**

L'appréciation du relief et des distances avec un seul œil n'est pas simple affaire de *jugement* porté par les centres perceptifs après éducation préalable de l'organe et rendu plus ou moins exact par cette éducation. Sans doute, l'appareil de la vision, comme tout autre, profite de l'entraînement auquel on le soumet. Mais aucun des actes de la fonction visuelle ne dépend essentiellement de cette éducation. Celle-ci n'a, en particulier, aucun rôle à jouer directement dans la *stéréoscopie monoculaire.*

C'est là, en effet, un acte physico-physiologique, nécessaire et spontané, dépendant de l'aptitude de la rétine à opérer, à travers le système dioptrique de l'œil, la réversion des images qu'elle reçoit du monde extérieur et à les reporter dans l'espace à leur point de départ. Cette aptitude est si nettement agissante qu'elle peut même se manifester dans le cas où ces images ne sont arrivées à la rétine que par l'intermédiaire d'une épreuve photographique simple. Il suffit, pour que ce résultat soit obtenu, que les deux images rétiniennes, au lieu d'être fusionnées en une image-résultante unique, restent indépendantes l'une de l'autre. J'en ai donné la preuve dans une précédente Note (*Comptes rendus,* séance du 6 avril) consacrée à l'influence stéréogénique qu'exerce la dissociation des deux images rétiniennes dont la vue des épreuves photographiques ordinaires provoque la formation.

Il n'est pas sans intérêt de compléter cette démonstration en considérant le cas de la double épreuve stéréoscopique, où c'est, au contraire, l'association de deux images qui donne au relief toute sa puissance.

Chaque figure de cette double épreuve possède nécessairement toutes les

propriétés de la figure unique des épreuves photographiques ordinaires. Ce n'est, *en soi,* qu'une de ces épreuves simples. Les deux figures de l'épreuve stéréoscopique, considérées isolément, peuvent donc servir à toutes les démonstrations que j'ai données de l'influence stéréogénique de la dissociation des images rétiniennes. Ces deux figures offrent, en plus, l'avantage de se trouver, l'une vis-à-vis de l'autre, dans des rapports tels qu'elles permettent de comparer directement la *stéréoscopie monoculaire* et la *stéréoscopie binoculaire.*

Les deux méthodes précédemment signalées dans ma Note du 6 avril (*Comptes rendus,* t. CXLVI, p. 727) se prêtent l'une et l'autre à l'exploitation de la double épreuve stéréoscopique pour en faire profiter l'application de la théorie de l'extériorisation des images rétiniennes au déterminisme de la perception du relief et de la profondeur dans le monde extérieur et ses représentations graphiques.

Je commencerai, cette fois, par la méthode directe, qui permet d'obtenir immédiatement, sans instrument intermédiaire, les phénomènes liés à l'extériorisation des images rétiniennes fournies par les deux figures des épreuves stéréoscopiques. Puis viendra l'exposition des faits qui sont procurés par l'interposition de prismes dissociateurs entre ces figures stéréoscopiques et l'appareil de la vision.

A. Observation directe des épreuves stéréoscopiques. — En raison de leur petitesse, l'observation de ces épreuves réclame de très bonnes conditions d'éclairage, sans lesquelles les parties délicates ne sauraient bien ressortir. Il y faut parfois quelque soin. Mais on en est largement payé. Quand ces conditions sont réalisées, les résultats constatés sont toujours excellents et méritent même souvent d'être taxés d'admirables. Rien d'aussi net et d'aussi saisissant ne peut être obtenu avec les intermédiaires plus ou moins grossissants.

Si les objets représentés étaient vivement éclairés par le soleil au moment où ils ont été photographiés, si de plus ils se montrent riches en détails très fins et très délicats, il ne faut pas hésiter, au besoin, à placer les épreuves en pleine lumière solaire pour leur fournir l'éclairage qui leur convient le mieux. La précaution produit son maximum d'effet quand on a soin d'illuminer ces épreuves en les présentant du bon côté aux rayons du soleil.

Il va sans dire que l'on doit également se préoccuper de ces bonnes conditions d'éclairage lorsque les observations sont faites dans la nuit, sous la lumière d'une lampe couverte d'un abat-jour opaque.

L'observation directe des épreuves stéréoscopiques se prête à deux séries d'expériences : tantôt l'étude de l'extériorisation de l'image rétinienne dans l'espace est faite avec un seul œil, tantôt avec les deux yeux.

a. Observation monoculaire, avec dissociation préalable des images rétiniennes. Perception du relief et de la profondeur dans les deux parties de l'épreuve stéréoscopique vue avec un seul œil. — On pourrait cacher l'une de ces parties et montrer que l'autre se prête à la dissociation et à la réassociation de ses deux images rétiniennes, par alternance de la convergence des axes optiques sur la surface de l'épreuve ou au delà. Ce serait répéter, sans aucun profit, une démonstration tout à fait fondamentale qui a été faite dans ma première Note : je veux dire la démonstration de l'obstacle apporté, par la rencontre et la fusion de ces deux images rétiniennes sur le plan de la surface de l'épreuve, à l'extériorisation des objets qu'elles représentent aux divers plans qu'ils occupent respectivement dans l'espace.

Mais il y a grand intérêt à constater directement que les deux parties de l'épreuve stéréoscopique, vues dans leur ensemble en dehors de l'appareil destiné à l'observation de cette épreuve, sont capables de donner simultanément, en gardant toute leur indépendance, des sensations identiques de relief et de profondeur, comparables à celles que fait naître la fusion stéréogénique classique opérée par le stéréoscope entre les deux images de la double épreuve.

Aucune autre constatation ne pourrait être à la fois plus facile et plus sûre. Il suffit de regarder la double épreuve stéréoscopique avec un seul œil, après s'être assuré, avant la fermeture de l'autre œil, que les images rétiniennes sont déjà dissociées au moment où va commencer l'observation monoculaire. C'est instantanément que se révèlent alors le relief et la profondeur dans les deux parties de l'épreuve stéréoscopique. Et la perception de ce caractère reste très fixe ; elle s'améliore même en se continuant.

Le fait était inévitable. Il importait pourtant beaucoup d'en constater directement l'existence, en raison du rôle considérable qu'il joue dans la théorie de la perception de la troisième dimension dans le monde extérieur.

L'importance de cette démonstration se mesure à celle des faits dont il va être question maintenant.

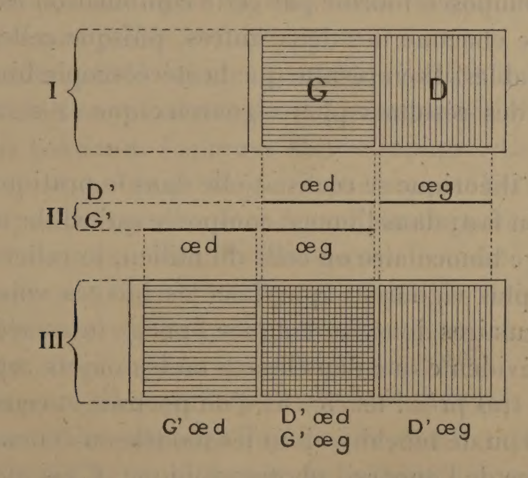
b. Observation binoculaire avec dissociation des images rétiniennes fournies par les deux parties de l'épreuve stéréoscopique. Le sort des quatre images résultant de cette dissociation. Combinaison de deux d'entre elles, une gauche, une droite, pour former, entre les deux autres, restées indépendantes en gardant chacune son relief propre purement monoculaire, une image unique à

relief binoculaire. Impeccable comparaison du relief monoculaire et du relief binoculaire, rattachés en commun, par la présente expérience, à la théorie de l'extériorisation. — L'expérience très saisissante qui donne les résultats sommairement indiqués dans ce long programme peut être décrite très brièvement. Je n'ai, pour cela, qu'à me restreindre aux constatations que mes aptitudes personnelles me permettent de faire couramment.

Expérience. — L'épreuve stéréoscopique étant tenue devant les yeux, le regard se reporte vaguement au delà de son plan de surface et sollicite ainsi la formation d'images rétiniennes dissociées. Au moment où ce résultat est franchement obtenu, un troisième exemplaire du sujet représenté dans l'épreuve s'ajoute aux deux exemplaires réellement existants.

Dans chacune des trois images les reliefs s'enlèvent et les profondeurs se creusent en caractères parfaitement nets, mais plus ou moins accentués, suivant la place de l'image, la composition du sujet représenté et les aptitudes physiologiques respectives des deux yeux de l'observateur.

La perception du relief et de la profondeur est monoculaire dans les deux images extrêmes, binoculaire dans celle du milieu. Le schéma ci-joint, fidèle représentation de mon cas particulier, où l'œil gauche est l'organe dominateur, suffira à faire comprendre le mécanisme de cette distribution.



Soit, I, la double épreuve stéréoscopique placée devant les yeux et vue de face : G, l'exemplaire de gauche; D, l'exemplaire de droite. Soient, II, les quatre images rétiniennes dissociées et représentées en coupe horizontale : D', les deux images formées par l'exemplaire droit; G', les deux images formées par l'exemplaire gauche; *œd*, celles qui sont reçues par l'œil droit; *œg*, celles qui sont reçues par l'œil gauche. Soient enfin, III, les trois figurations dont l'observateur perçoit la vue d'ensemble et que la dissociation des images rétiniennes substitue aux deux figurations réelles de l'épreuve

observée : à gauche G′*œd*, l'image rétinienne de G, perçue isolément par l'œil droit; à droite l'image rétinienne de D, perçue isolément par l'œil gauche; au milieu, D′*œd* et G′*œg*, la superposition des deux autres images rétiniennes de G et de D. *Elles se combinent exactement comme elles le feraient dans le stéréoscope.*

C'est ainsi qu'une image-résultante, à stéréoscopie binoculaire, s'interpose entre deux images simples, à stéréoscopie monoculaire; toutes trois visibles simultanément et se prêtant ainsi à une comparaison aussi parfaite que possible.

Comparaison des trois images. Influence de la distance à laquelle les vues stéréoscopiques ont été photographiées. — L'unité du mécanisme de l'appréciation de la troisième dimension, la profondeur, dans la vision monoculaire et la vision binoculaire, apparaît, de la manière la plus nette, dans cette expérience. Quel que soit le mode de vision appliqué à l'examen des vues choisies, l'extériorisation des images rétiniennes en reporte toujours les éléments constituants aux places qu'ils occupent respectivement dans l'espace représenté; en sorte que l'image simple, en provenance d'une seule des parties de l'épreuve stéréoscopique, peut donner les sensations de relief et de profondeur comme la combinaison des images rétiniennes qui proviennent des deux parties de cette épreuve.

Mais l'image composée fournie par cette combinaison est nécessairement plus complète que chacune des deux autres, puisque celles-ci ne sont pas exactement semblables. Il en résulte que la stéréoscopie binoculaire devrait toujours donner des résultats plus vigoureux que la stéréoscopie monoculaire.

Cette prévision théorique se réalise-t-elle dans la pratique? Il n'en saurait être autrement. En fait, dans l'image composée qu'exhibe notre expérience, c'est-à-dire l'image binoculaire ou celle du milieu, le relief est parfois beaucoup plus net et plus vigoureux que dans les images voisines, les images simples ou monoculaires dont est flanquée l'image intermédiaire. Mais cette supériorité n'est évidente que dans les cas où les objets représentés ont été photographiés de très près : tels le cas d'un portrait et ceux de la représentation de meubles ou de bibelots, dont les modèles n'étaient séparés que par une courte distance de l'appareil photographique. C'est alors, en effet, que les différences les plus accentuées existent entre les deux parties de l'épreuve stéréoscopique.

Mais ces différences s'atténuent d'autant plus que les objets ou les paysages représentés étaient plus éloignés de l'appareil. Elles deviennent bientôt si minimes, qu'elles sont alors incapables d'introduire une supériorité sensible dans la perception du relief binoculaire. Cela ne nuit en aucune

façon au relief monoculaire, qui persiste à se montrer remarquable. Alors, les images simples qui accompagnent à droite et à gauche l'image composée ressemblent tellement à cette dernière, au point de vue de la netteté des caractères de relief et de profondeur, qu'*il est impossible d'établir une distinction quelconque entre les effets de la stéréoscopie monoculaire et ceux de la stéréoscopie binoculaire.*

Passons à un autre point.

Influence des conditions particulières de l'appareil visuel de l'observateur sur les résultats de l'expérience où l'observation directe des épreuves stéréoscopiques est faite au moyen des deux yeux, avec dissociation des images rétiniennes. — Parmi les nombreuses remarques que ce point réclame, je n'en signalerai que deux, dont l'indication immédiate est nécessaire.

1° En premier lieu, il faut rappeler qu'il y a très souvent, entre les deux yeux, inégalité d'aptitude, de causes variées, à la nette perception visuelle des objets extérieurs. Ainsi, chez moi, les images qui se forment sur la rétine de l'œil droit n'ont jamais la même netteté que celles de l'œil gauche. Il en résulte que, dans l'expérience en question, les deux images à relief monoculaire qui encadrent, à gauche et à droite, l'image centrale à relief binoculaire, n'ont pas une égale vigueur; celle de gauche, perçue par l'œil droit, est toujours plus faible et moins nette.

2° De grandes inégalités existent aussi dans l'aptitude des observateurs à effectuer la dissociation volontaire des deux images rétiniennes fournies par chacune des deux parties de l'épreuve stéréoscopique. Ce n'est pas sans un effort plus ou moins pénible qu'on parvient à espacer ces images de manière à opérer la superposition exacte de celles qui sont appelées à former l'image centrale, en se fusionnant. Même avant d'avoir constaté la parfaite formation des trois images et l'existence du relief qu'elles doivent posséder respectivement, on est averti du succès par la brusque cessation de la tension de l'appareil musculaire moteur du globe de l'œil.

On ne réussit pas également bien à toutes les heures de la journée. Je manque rarement d'obtenir avec rapidité le résultat cherché en opérant couché, au début ou à la fin de la nuit, avec l'aide d'une lumière artificielle dont l'éclat est exclusivement concentré sur l'épreuve.

Influence de la qualité des épreuves stéréoscopiques. — On en rencontre parfois qui se prêtent à tout coup, n'importe quand, à la dissociation et au nouvel arrangement de leurs images rétiniennes. D'autres, au contraire, se montrent extrêmement rebelles à l'opération. Mais ces épreuves réfractaires peuvent être induites à s'y prêter par l'exemple des premières, quand on

superpose incomplètement l'une de celles-ci à l'une de celles-là. Les images rétiniennes dociles finissent toujours par entraîner les autres dans le mouvement transformateur de leur mode d'association. Il y a souvent avantage à utiliser ce procédé.

B. Interposition de prismes dissociateurs entre l'appareil de la vision et la double épreuve stéréoscopique employée a la comparaison de la stéréoscopie monoculaire et de la stéréoscopie binoculaire. — Toutes les difficultés que l'observateur éprouve à constater directement les effets de la dissociation des images rétiniennes sur leur aptitude stéréogénique disparaissent complètement, si la dissociation est produite automatiquement par une interposition de prismes entre l'appareil de la vision et la double épreuve stéréoscopique.

Je me suis servi, pour réaliser cet automatisme, des prismes du stéréoscope ordinaire, débarrassés de tous les accessoires inutiles ou nuisibles aux constatations à faire. Toute épreuve stéréoscopique, placée devant les deux prismes ainsi disposés, montre instantanément le groupement des trois images de l'expérience typique dont on vient de parler: la gauche représentant la seule partie gauche de l'épreuve, vue par l'œil droit; la droite, représentant la seule partie droite, vue par l'œil gauche; celle du milieu, représentant la combinaison de ces deux parties de l'épreuve stéréoscopique, vue chacune avec l'œil du même côté; toutes trois en possession de la propriété de traduire les êtres, les objets et l'espace figurés par elles avec le relief et la profondeur qu'ils possèdent dans la nature.

Toutes les comparaisons dont il a été parlé peuvent être faites au moyen de ce dispositif, au point de vue de ces aptitudes stéréogéniques, entre les images rétiniennes simples restant nettement dissociées et celles qui réassocient leurs caractères différentiels dans les centres perceptifs.

Cette étude comparative, moins saisissante que dans le cas où elle est faite au moyen de l'observation directe des épreuves, n'en donne pas moins les mêmes très intéressants résultats, et, cette fois, c'est sans aucun tâtonnement et avec la plus grande facilité.

L'emploi méthodique des prismes dissociateurs est donc à recommander pour la démonstration de l'unité du mécanisme de la stéréoscopie monoculaire et de la stéréoscopie binoculaire, dépendant toutes deux, de la même manière, du phénomène de la réversion et de l'extériorisation des images rétiniennes.

Au point de vue de l'observation purement pittoresque des photographies stéréoscopiques, cette méthode n'est pas moins recommandable. *Avec les deux prismes nus dont elle nécessite l'usage, on se procure, en effet, outre le relief de l'image classique du stéréoscope ordinaire, celui des deux compo-*

santes de cette image classique. La vue simultanée de ces trois images à relief plus ou moins puissant forme un tableau d'autant plus intéressant que l'observateur le voit se constituer instantanément sous ses yeux et qu'il s'explique très bien comment le même appareil, qui crée le relief des images rétiniennes en les dissociant, l'améliore en faisant entrer ces images dans une autre combinaison.

PATHOLOGIE. — *Au sujet de* Trypanosoma congolense (*Broden*). Note de M. **A. Laveran.**

En 1904, A. Broden a appelé l'attention sur un trypanosome qu'il avait trouvé chez un âne et chez des moutons provenant du poste de Galiema (État indépendant du Congo). Broden a pensé que ce trypanosome, remarquable par ses petites dimensions et par l'absence d'une partie libre du flagelle, appartenait à une espèce nouvelle qu'il a désignée sous le nom de *Tr. congolense* [1].

Ultérieurement, Broden a retrouvé ce même trypanosome chez des Bovidés et chez des dromadaires de l'État indépendant du Congo, et il a fait ressortir les analogies existant entre *Tr. congolense* et *Tr. dimorphon*, sans conclure toutefois à l'identité de ces parasites [2].

Rodhain, qui a donné une description du petit trypanosome du Congo, constate que l'absence de partie libre du flagelle rapproche ce trypanosome de *Tr. dimorphon* [3].

Dutton, Todd et Kinghorn, qui ont étudié dans l'État indépendant du Congo la trypanosomiase produite par *Tr. congolense*, signalent les analogies de ce trypanosome avec *Tr. dimorphon*; mais ils ne citent aucune expérience permettant de conclure soit à l'identité, soit à la non-identité des deux parasites [4].

A la fin du mois d'octobre 1906, M. le Dr Broden a bien voulu m'envoyer

(1) A. Broden, *Les infections à trypanosomes au Congo* (*Bulletin de la Société d'études coloniales*, Bruxelles, février 1904).

(2) A. Broden, *Rapport sur les travaux du Laboratoire médical de Léopoldville de* 1900 *à* 1905, Bruxelles, 1906, p. 178. — A. Broden, *Trypanosomiases animales au Congo* (*Bulletin Acad. R. de Belgique*, t. XX, 1906, p. 387).

(3) Rodhain, *Trypanosomiases humaine et animales dans l'Ubangi* (*Arch. f. Schiffs u. Tropen Hygiene*, t. XI, mai 1907, p. 297).

(4) J.-E. Dutton, J.-L. Todd et A. Kinghorn, *Cattle trypanosomiasis in the Congo free State* (*Annals of trop. med. a. parasitology*, juin 1907, t. I, n° 2).

un cobaye qui avait été inoculé avec *Tr. congolense;* c'est ainsi que j'ai pu étudier ce trypanosome que j'ai conservé au moyen de passages par cobayes. Les expériences que j'ai entreprises pour identifier ce trypanosome ont été fort longues, et c'est seulement aujourd'hui, un an et demi après le début de mes recherches, que je puis émettre un avis motivé sur la nature de *Tr. congolense*.

Au point de vue morphologique, *Tr. congolense* diffère de *Tr. dimorphon*. Le premier de ces trypanosomes mesure 10^{μ} à 13^{μ} de long, les exemplaires qui atteignent 15^{μ} à 16^{μ} de long sont fort rares; *Tr. dimorphon* présente au contraire, dans les cas types, un mélange de petites formes (10^{μ} à 15^{μ} de long) et de grandes formes (22^{μ} de long en moyenne); mais, dans certaines infections dues à *Tr. dimorphon*, les grandes formes sont rares ou très rares, si bien qu'on pouvait supposer que *Tr. congolense* était une variété de *Tr. dimorphon* dans laquelle les grandes formes avaient disparu. *Tr. congolense* a d'ailleurs la plus grande ressemblance avec les petites formes de *Tr. dimorphon :* l'extrémité postérieure est le plus souvent arrondie et il n'y a pas de partie libre du flagelle.

En somme, on ne peut pas se baser sur la morphologie seule pour séparer les trypanosomes en question.

L'action pathogène sur les différentes espèces animales ne fournit pas non plus d'indications précises. Il est à noter cependant que les animaux (chèvres, moutons) qui résistent à l'infection par *Tr. dimorphon* n'ont pas l'immunité, alors que les animaux guéris d'une infection par *Tr. congolense* peuvent avoir l'immunité pour ce virus.

Il était indiqué de rechercher si un animal guéri d'une infection par *Tr. congolense* et ayant l'immunité pour cette trypanosomiase pourrait être infecté par *Tr. dimorphon*. J'ai pu réaliser cette expérience sur une chèvre dont je résume l'observation.

Une chèvre neuve du poids de 31^{kg} est inoculée avec *Trypanosoma congolense* le 15 novembre 1906. L'inoculation est faite sous la peau de l'oreille avec du sang de cobaye dilué dans de l'eau physiologique citratée.

La chèvre a une poussée fébrile du 23 au 28 novembre; température maxima 40°,3.

Les examens du sang de la chèvre, faits le 25 novembre et à différentes reprises pendant les mois de décembre 1906 et de janvier 1907, révèlent l'existence de trypanosomes rares ou très rares.

Du 29 novembre au 26 décembre, la température de la chèvre se maintient entre 39° et 39°,6.

Le 1er décembre, la chèvre pèse 27^{kg}; les 15 et 31 décembre, 32^{kg}.

A partir du 27 décembre, et pendant les mois qui suivent, la température se maintient entre 38° et 39°; elle est donc normale.

Pendant les mois de février, mars et avril, les examens du sang sont le plus souvent négatifs; cependant on note à diverses reprises la présence de trypanosomes très rares.

La chèvre va bien; elle pèse, le 17 février, le 18 mars et le 15 avril, 34^{kg}.

A partir du 8 avril, les examens directs du sang de la chèvre sont négatifs.

Le 2 mai, on injecte à un chien, dans le péritoine, 30$^{cm^3}$ du sang de la chèvre; le chien s'infecte et meurt le 26 mai.

Le 3 juin, on inocule avec le sang de la chèvre un cobaye (4$^{cm^3}$ de sang dans le péritoine) et deux souris; ces animaux ne s'infectent pas.

Un chien inoculé le 15 juillet (30$^{cm^3}$ de sang dans le péritoine) ne s'infecte pas.

Le 22 août, la chèvre qui paraît guérie est réinoculée avec *Tr. congolense;* elle ne présente à la suite de cette inoculation aucun symptôme morbide.

6 septembre. On inocule, sur la chèvre, un chien qui reçoit dans le péritoine 30$^{cm^3}$ de sang et trois souris qui reçoivent chacune 0$^{cm^3}$,250 de sang. Le chien s'infecte et meurt, les souris ne s'infectent pas. Les examens du sang de la chèvre sont négatifs.

La chèvre va très bien; elle pèse le 2 octobre 39^{kg} et le 4 novembre 41^{kg}.

Un chien inoculé le 7 octobre (30$^{cm^3}$ de sang dans le péritoine) s'infecte; un autre chien inoculé le 7 novembre, dans les mêmes conditions, ne s'infecte pas. La réinfection de la chèvre a donc été légère.

Le 20 décembre, la chèvre est réinoculée de *Tr. congolense.*

6 janvier 1908. Un chien reçoit, dans le péritoine, 40$^{cm^3}$ du sang de la chèvre; il ne s'infecte pas.

6 février. Je réinocule encore la chèvre avec *Tr. congolense.*

21 février. Un chien reçoit dans le péritoine 40$^{cm^3}$ du sang de la chèvre; il ne s'infecte pas.

Après ces deux épreuves, il paraît bien établi que la chèvre est guérie et qu'elle a acquis l'immunité pour *Tr. congolense.*

1er avril 1908. La chèvre est en très bon état, elle pèse 44^{kg}. Les chiens inoculés le 6 janvier et le 21 février, chacun avec 40$^{cm^3}$ de sang, ne se sont pas infectés. J'inocule la chèvre sous la peau des oreilles avec le sang d'une souris fortement infectée de *Tr. dimorphon.*

Le 10 avril, la température de la chèvre monte à 40° et, le 13 avril, à 41°,1 (température normale 38°,7). L'examen du sang de la chèvre fait le 13 avril révèle l'existence de trypanosomes non rares.

Sur les préparations colorées on distingue de petits et de grands trypanosomes.

Le 15 avril, nouvelle poussée fébrile; le thermomètre, qui était descendu le 14 à 38°,8, monte le 15 à 40°,8. Les trypanosomes sont moins nombreux dans le sang de la chèvre que le 13 avril.

Le 16 avril, la température est de 40° et, le 17, de 39°,6. L'examen du sang fait le 17 avril révèle encore l'existence de trypanosomes.

En résumé, une chèvre inoculée avec le *Tr. congolense* le 15 novembre 1906 était guérie en juin-juillet 1907 de l'infection produite par ce trypanosome. Réinoculée avec *Tr. congolense* le 22 août, elle s'est infectée de nouveau, mais cette deuxième infection a été légère; la chèvre était guérie au com-

mencement du mois de novembre 1907. Deux inoculations nouvelles faites le 20 décembre 1907 et le 6 février 1908 n'ont pas produit de réinfection; on peut donc dire que la chèvre avait acquis l'immunité pour *Tr. congolense*. L'inoculation de *Tr. dimorphon* faite le 1er avril 1908 a produit une infection des mieux caractérisées, ce qui tend à prouver que *Tr. congolense* constitue une espèce distincte de *Tr. dimorphon*.

J'espère pouvoir répéter cette expérience sur un bouc qui, inoculé de *Tr. congolense* le 6 décembre 1906, est aujourd'hui guéri de cette infection.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Dix planches héliogravées de la *Carte photographique du Ciel*, adressées par M. Felipe Valle, Directeur de l'Observatoire astronomique de Tacubaya (Mexique).

M. **Chr. Aurivillius**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Stockholm, annonce à l'Académie qu'une copie à l'huile du portrait de *René Descartes*, par M. David Beck, lui est offerte par l'Académie des Sciences de Stockholm et qu'elle arrivera prochainement à Paris.

L'Académie sera très heureuse de recevoir cet envoi.

ASTRONOMIE. — *Un nouvel Observatoire français*. Note de M. **Robert Jonckheere**, transmise par M. Wolf. (Extrait.)

J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie des Sciences que la France comptera sous peu un nouvel Observatoire astronomique.

Cet Observatoire, dénommé *Observatoire d'Hem*, du nom de la commune, est le plus boréal de notre pays; il se trouve à 8200m dans la direction est-nord-est des fortifications de Lille.

Les travaux astronomiques pourront commencer avant la fin de l'année et consisteront en première ligne en mesures micrométriques de parallaxes, mouvements propres et étoiles doubles.

ÉLECTRICITÉ. — *Influence des effluves sur la résistance d'isolement des isolateurs.* Note de M. F. Nègre, transmise par M. Lippmann.

On sait que la résistance d'isolement d'un isolateur est définie par la relation $R = \frac{V}{I}$, dans laquelle V représente la tension appliquée à la gorge de l'isolateur, sa ferrure étant à la tension zéro, et I l'intensité du courant qui va de la gorge de l'isolateur à la ferrure.

Le trajet de ce courant suivant surtout la surface de l'isolateur, on augmente la résistance de ce dernier en augmentant ses dimensions ainsi que le nombre de ses cloches.

En outre, pour avoir, aux tensions élevées, un isolateur capable d'empêcher une étincelle disruptive d'éclater entre la gorge de l'isolateur et le goujon qui le supporte, on constitue l'isolateur de plusieurs pièces, chacune d'elles formant cloche et étant soigneusement émaillée; cette subdivision permet en outre d'obtenir la porcelaine homogène et bien vitrifiée.

Mais, à partir d'une certaine tension, des effluves se forment entre les cloches et la ferrure. C'est l'influence de ces effluves sur la résistance d'isolement de l'isolateur que je me suis efforcé de rechercher. La méthode que j'ai employée est la méthode de la déviation.

L'un des pôles d'une machine de Wimshurst était relié à la gorge de l'isolateur étudié, dont la ferrure était reliée à l'autre pôle par l'intermédiaire d'un galvanomètre. La tension était mesurée au moyen d'un électromètre Bichat et Blondlot. Le galvanomètre était protégé, contre l'électrisation par influence due au voisinage de conducteurs à haute tension, par une enveloppe métallique reliée au sol.

Pour rendre les mesures comparables entre elles, je rapportais chacune d'elles à une tension déterminée. Par exemple, j'observais la déviation α_1 à la tension V_1 de l'ordre de 5000 ou de 10000 volts, puis la déviation α à la tension $V > V_1$, puis la déviation α_2 à la tension V_1, puis la déviation α' à la tension $V' > V$, et ainsi de suite, en encadrant chaque mesure à la tension $V^{(n)}$ entre deux mesures à la tension de comparaison V_1.

Je déterminais ainsi les rapports

$$\frac{2\alpha}{\alpha_1 + \alpha_2} = \rho, \qquad \frac{2\alpha'}{\alpha'_1 + \alpha'_2} = \rho', \qquad \ldots.$$

On a ainsi ρ en fonction de V; ρ est proportionnel à V tant que la résistance de l'isolateur est constante, puis croît avec la tension quand la résistance diminue.

1° Dans une première série d'expériences, j'ai étudié deux isolateurs en porcelaine : à simple cloche, diamètre $= 80^{mm}$, et à triple cloche, diamètre $= 110^{mm}$, tous deux secs et propres. La tension de comparaison a été 5500 volts.

2° Dans une deuxième série d'expériences, j'ai essayé divers isolateurs construits pour des tensions allant de 5000 volts à 50000 volts et de diamètres et de nombres de cloches différents; ces isolateurs étaient essayés secs et propres.

3° Dans une troisième série, j'ai étudié deux isolateurs américains : l'un type 50000 volts, diamètre $= 352^{mm}$; l'autre type 25000 volts, diamètre $= 135^{mm}$, dans divers états. Dans cette dernière série, la cloche supérieure des isolateurs essayés était noircie au moyen d'un dépôt de carbone obtenu en écrasant avec la cloche la flamme d'une bougie. La cloche supérieure était mouillée au moyen d'un vaporisateur. La tension de comparaison de ces deux dernières séries était de 12500 volts.

Comme conclusions de mes recherches, j'ai trouvé que pour tous les isolateurs la résistance d'isolement est constante jusqu'à une certaine valeur de la tension, que j'appellerai *tension critique* pour l'isolateur considéré.

La tension critique varie avec les dimensions, la forme et l'état de l'isolateur.

α. Elle est d'autant plus élevée :

1° Que les dimensions de l'isolateur sont plus grandes;

2° Que le diamètre de la cloche supérieure est plus grand;

3° Que l'isolateur est plus sec et plus propre.

Ainsi elle a varié depuis 11 000 volts pour l'isolateur simple cloche de la série I, jusqu'à 16 000 volts pour l'isolateur triple cloche de la même série, et 32 000 volts pour l'isolateur américain type 50 000 volts.

Le dépôt de carbone sur la cloche supérieure a fait baisser la tension critique de 32 000 à 20 000 volts pour l'isolateur américain type 50 000 volts, et de 20 000 à 16 000 volts pour l'isolateur type 25 000 volts.

Pour ces deux derniers isolateurs les gouttes d'eau de la cloche supérieure ont fait baisser la tension critique à 16 000 volts pour le premier et à 12 000 volts pour le second.

β. A partir de la tension critique, la résistance de l'isolateur décroît d'autant plus rapidement :

1° Que l'isolateur est plus sali ou plus mouillé;

2° Que le diamètre de la cloche supérieure est plus faible.

Ainsi, par exemple, dans le cas de l'isolateur américain type 25000 volts, j'ai obtenu pour ρ les valeurs suivantes :

Tension en volts.	Isolateur sec et propre.	Isolateur sec et noirci.	Isolateur noirci et mouillé.	Valeur qu'aurait prise ρ si la résistance était restée constante.
12 500.........	1	1	1	1
16 000.........	1,28	1,28	2	1,28
20 000.........	2	2	3,6	1,6
25 000.........	4,2	4,2	28	2
30 000.........	7,6	7,8	66	2,4
35 000.........	9,4	16,4	106 (?)	2,8
40 000.........	20,8	38	»	3,2

En outre, j'ai observé que, à une tension suffisamment élevée, supérieure à 20 000 volts, les fines gouttelettes d'eau, dispersées sur la surface de la cloche supérieure d'un isolateur mouillé, se rassemblaient en grosses gouttes et se dirigeaient vers la périphérie de la cloche. Là, ces gouttes, suspendues au rebord de cette dernière, prenaient une forme conique de plus en plus pointue. Examinées dans l'obscurité, ces gouttes avaient leur pointe prolongée par des aigrettes lumineuses quand l'isolateur était à une tension positive et entourée d'une lueur de moindre étendue quand l'isolateur était à une tension négative.

De nombreux effluves se produisaient alors entre les gouttes et la ferrure, et la déviation du galvanomètre augmentait rapidement avec la tension : le courant qui passait dans le galvanomètre atteignait jusqu'à 20 et 30 fois le courant qui l'aurait traversé si la résistance de l'isolateur fût restée constante.

Les effluves ont paru être plus considérables quand l'isolateur était soumis à une tension positive que quand il était soumis à une tension négative, et il semble que les effluves dépendent surtout de la forme de la cloche supérieure et de son diamètre, et non du nombre des cloches.

Nous nous proposons de continuer ces recherches en courant alternatif à haute tension.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres de flamme du fer.* Note de MM. G.-A. **Hemsalech** et C. **de Watteville**, transmise par M. Lippmann.

Dans une Note précédente, nous indiquions qu'il nous a été possible d'appliquer notre nouvelle méthode à l'étude du spectre fourni par la flamme de gaz divers [1].

Lorsque nous avons employé l'hydrogène, le chalumeau qui nous a servi de brûleur se compose essentiellement de deux tubes dont l'un aboutit en pointe au centre de la section terminale de l'autre. Sur ce tube extérieur, on en visse un troisième plus large qui a la forme d'un cône effilé de 5^{cm} à 6^{cm} de longueur et constitue la chambre où les gaz se mélangent avant d'être enflammés à l'orifice (de 1^{mm} de diamètre) situé au sommet du cône.

Dans le cas de la flamme oxhydrique, ayant fait éclater un arc entre des tiges de fer sur le trajet soit de l'oxygène, soit de l'hydrogène qui se rendaient au chalumeau (ou bien une étincelle sur le trajet de l'oxygène), nous avons obtenu un spectre qui reste identique à lui-même, mais présente des

---

(1) Hemsalech et de Watteville, *Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 748.

différences très marquées avec celui que donne, dans la flamme du mélange de gaz d'éclairage et d'air, l'emploi du pulvérisateur de M. Gouy. On peut se rendre compte de ces différences sur la planche ci-jointe, qui représente une partie des deux spectres considérés, pris sur une même plaque à l'aide d'un prisme. Non seulement celles des raies qui sont communes aux deux spectres peuvent n'y pas avoir la même intensité relative, mais de plus on observe, à la hauteur du *cône intérieur* de la flamme du mélange de gaz et d'air, un *spectre supplémentaire* composé d'un grand nombre de raies, 500 environ, *qui font défaut dans la flamme oxhydrique* et qu'un temps de pose prolongé ne suffit d'ailleurs pas à faire apparaître.

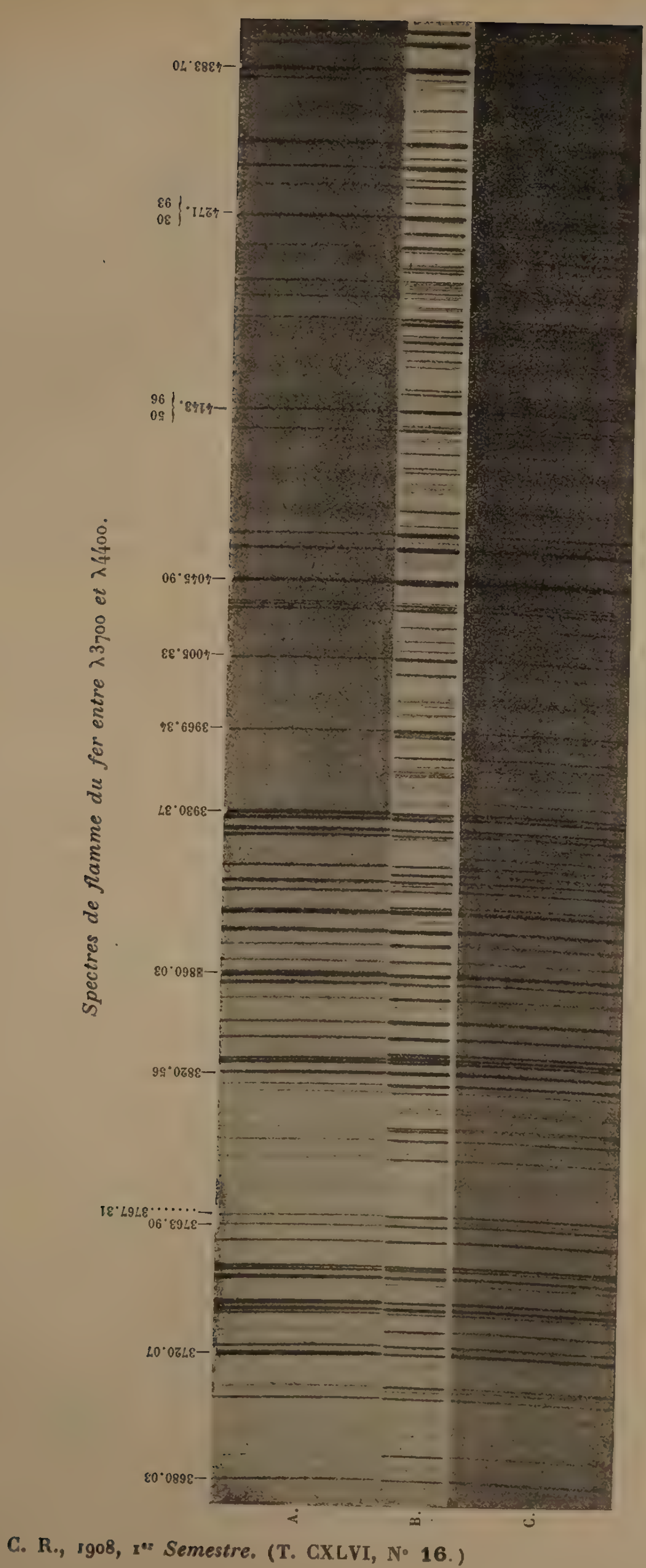
Ne sachant à quelle cause attribuer ce spectre supplémentaire, nous avons recherché s'il dépendait de la nature de la combinaison saline où, lorsqu'on emploie la méthode du pulvérisateur, le fer se trouve engagé. Ayant pulvérisé successivement du perchlorure, du nitrate et de l'acétate de fer dissous, nous avons obtenu dans la flamme du gaz et de l'air des spectres toujours identiques à eux-mêmes, ne présentant que des variations générales d'intensité dues à la solubilité plus ou moins grande des sels employés. D'ailleurs, notre nouvelle méthode nous a permis d'envoyer dans les deux genres de flammes du fer au même état, provenant soit d'un arc, soit d'une étincelle, et de constater la même différence constante entre leurs spectres. Cette différence persiste si, dans chacune des deux flammes, on introduit le fer à l'état de perchlorure en faisant passer l'un des gaz qui les alimentent dans un tube chauffé contenant ce sel sec dont les vapeurs sont entraînées par le courant gazeux. Les différences observées sont donc indépendantes de l'état où se trouve le fer qui arrive dans la flamme; elles ne proviennent pas non plus de l'action individuelle de l'azote de l'air, ni de celle du carbone du gaz d'éclairage, car, avec le chalumeau oxhydrique, la substitution de l'air à l'oxygène ou bien la carburation de l'hydrogène à l'aide d'alcool méthylique n'apportent pas de changement au spectre du fer.

Dans le cas de la flamme du gaz d'éclairage alimentée par de l'oxygène, le spectre supplémentaire qui se trouve uniquement à la base du cône intérieur est réduit à un très petit nombre de raies.

Le Tableau suivant résume les faits observés, en indiquant la présence ou l'absence du spectre supplémentaire :

	Air-gaz.	Oxygène-gaz.	Air-hydrogène.	Oxygène-hydrogène.
Fe^2Cl^6	Présent	Présent en partie	Absent	Absent
Arc au fer	Présent	Présent en partie	»	Absent
Étincelle du fer	Présent	»	»	Absent

Dans la région du spectre comprise entre les longueurs d'onde λ 2250 et λ 5000 environ, le nombre des raies du spectre du fer obtenues est à peu



Spectres de flamme du fer entre $\lambda 3700$ *et* $\lambda 4400$.

A. Chalumeau oxhydrique. Étincelle du fer dans l'oxygène. — Pose : 1 heure.
B. Spectre de comparaison. Étincelle de self-induction du fer.
C. Méthode du pulvérisateur. Perchlorure de fer dissous. — Pose : 2 heures.

près de 750 avec le gaz et l'air, 250 avec le gaz et l'oxygène, et 210 avec l'hydrogène et l'oxygène.

Toutes les raies du fer qui apparaissent dans le chalumeau oxhydrique se voient aussi dans la flamme de gaz d'éclairage et d'air, où la plupart d'entre elles sont émises par la flamme sur toute sa hauteur.

Pour expliquer la production des raies qui ne sont pas communes aux divers spectres que nous avons étudiés, on ne peut invoquer que des actions chimiques difficiles à interpréter. On constate par contre, dans tous ces spectres de flamme, la présence d'un certain nombre de raies, 80 environ, qui ne sont pas beaucoup affectées par la nature des sources qui les émettent : elles ont des intensités relatives peu différentes dans l'arc et dans l'étincelle (de capacité et de self-induction). Ce sont probablement des raies fondamentales du fer qui apparaissent très facilement, sans action autre que celle de la température, et ce sont les mêmes raies qu'on retrouve dans les étoiles.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le pouvoir réducteur des ferropyrophosphates.* Note de M. **P. Pascal**, présentée par M. Gernez.

Les ferropyrophosphates, dont j'ai signalé l'existence (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1908, p. 233) dérivent d'un acide complexe extrêmement instable, de formule $Fe^2(P^2O^7)^3H^8$, dans lequel le fer est bivalent. J'ai pensé que cette propriété, jointe à la réaction alcaline de leurs solutions, devait en faire de bons réducteurs, d'autant plus que M. Job (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XX) avait déjà, dans l'étude des oxydes du cérium, employé des solutions réductrices analogues, obtenues par mélange de sulfate ferreux avec un excès de pyrophosphate de sodium.

Dans les recherches que je vais décrire partiellement aujourd'hui, j'ai utilisé des solutions limpides de pyrophosphate ferreux dans le pyrophosphate de soude, contenant par litre soit $\frac{1}{100}$, soit $\frac{1}{20}$ de molécule-gramme du ferropyrophosphate $Fe^2(P^2O^7)^3Na^8$ ou $Fe^2(P^2O^7)^3K^8$, rendu stable par un très petit excès de pyrophosphate de sodium.

Réduction des sels des métaux précieux. — Les ferropyrophosphates en solution concentrée ou étendue réduisent instantanément, même à froid, les solutions des sels d'or, d'argent, mais restent sans effet sur les sels de platine, même à l'ébullition.

Quand on opère en solution étendue, avec une faible quantité du métal précieux, celui-ci reste à l'état de solution colloïdale, bleue ou bleu violacé pour l'or, rouge our l'argent. En solution plus concentrée, ou en présence d'une quantité notable

d'argent ou d'or, il y a coagulation plus ou moins rapide, et précipitation d'un métal très légèrement impur.

Ces solutions colloïdales sont beaucoup plus stables, beaucoup plus foncées que celles qu'on obtient avec les sels ferreux non organiques; leur coloration permet de déceler facilement $\frac{1}{100}$ de milligramme de métal dans 1^{cm^3} de solution. On peut les utiliser pour le dosage colorimétrique de l'or et de l'argent, moyennant certaines précautions sur lesquelles je reviendrai.

Réduction des sels de mercure. — Les ferropyrophosphates alcalins réduisent en quelques minutes à froid et instantanément à chaud une solution de chlorure mercurique. Il se forme d'abord du chlorure mercureux, puis, en présence d'un excès de réducteur, du mercure en poudre noire. Il est même difficile de ne pas dépasser le premier terme de la réduction quand on emploie une solution concentrée ou chaude de ferropyrophosphate.

La solution contient finalement du ferripyrophosphate, de sorte que la formation de chlorure mercureux peut se représenter par la formule

$$Fe^2(P^2O^7)^3Na^8 + 2\,HgCl^2 = Fe^2(P^2O^7)^3Na^6 + 2\,HgCl + 2\,NaCl.$$

Quand on opère avec une faible quantité de chlorure mercurique et une solution réductrice peu concentrée, le précipité de chlorure mercureux formé au début disparaît en donnant une solution très nettement colloïdale de mercure, qui paraît marron par transparence et grise par réflexion. Cette solution, stable à chaud, ne précipite que très lentement le mercure qu'elle contient.

Réduction des sels de cuivre. — Les ferropyrophosphates, comme les sels ferreux, après addition d'iodure ou de bromure alcalin, précipitent les sels de cuivre à l'état d'iodure ou de bromure cuivreux; comme les sels ferreux encore, ils réduisent les solutions alcalines de cuivre : liqueur de Fehling, solution de carbonate double de cuivre et sodium.

Dans ces réductions, on observe d'abord un précipité d'hydrate d'oxyde cuivreux, jaune, qui se souille, par un excès de cuivre, d'un mélange de ferro- et ferripyrophosphate de cuivre, en prenant une teinte vert marron.

Cependant, au contraire des sels ferreux, les ferropyrophosphates peuvent réduire les sels de cuivre en solution neutre ou faiblement acide. Ainsi, en versant peu à peu une solution de sulfate de cuivre dans une solution de ferropyrophosphate alcalin, on obtient d'abord un précipité bleuâtre de sel de cuivre qui jaunit rapidement en se redissolvant. La solution, devenue acide, présente alors très fortement l'aspect colloïdal; elle est jaune par transparence, verte par réflexion, et contient de l'hydrate cuivreux qu'un excès de sel de cuivre précipite en grains très fins, très difficiles à retenir sur un filtre et à laver sans entraînement.

La solution acide contient un ferripyrophosphate, ce qui permet d'écrire la réaction de la façon suivante :

$$Fe^2(P^2O^7)^3Na^8 + 2\,SO^4Cu + H^2O = Cu^2O + Fe^2(P^2O^7)^3Na^6 + 2\,SO^4HNa.$$

La production de la solution colloïdale d'hydrate cuivreux constitue un caractère très net des sels de cuivre, d'une sensibilité comparable à celle des solutions colloïdales

d'or et d'argent, c'est-à-dire bien supérieure à la production d'eau céleste par l'ammoniaque.

Dans certaines circonstances, que je cherche en ce moment à préciser, la couleur jaune du précipité devient plus foncée peu à peu au contact d'un excès du liquide réducteur, et il contenait au bout de quelques jours un peu de cuivre métallique. Plusieurs fois même, en opérant la réduction à 100°, j'ai obtenu une métallisation des vases de verre qui servaient aux opérations.

Je continue cette étude et l'étends aux corps organiques; mais, dès à présent, il me semble démontré que les ferropyrophosphates sont doués de propriétés réductrices particulièrement énergiques et que, dans les réactions de réduction observées, il y a toujours tendance à la production de solutions colloïdales, stables et très fortement colorées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la combustion sans flamme et sur son application à l'éclairage par les manchons incandescents.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

L'étude de la combustion sans flamme a une application pratique extrêmement importante, celle de l'éclairage par les manchons Auer. Quand les manchons deviennent incandescents, la flamme qui a servi à les allumer disparaît, et inversement, si la flamme reparaît, l'incandescence diminue considérablement d'intensité. Pour expliquer le phénomène au point de vue chimique, il faut recourir à l'explication du mécanisme de la combustion sans flamme que j'ai exposé dans mes Notes précédentes (p. 539 et 757). Les manchons sont constitués par des oxydes très réfractaires mis sous une forme ténue, et M. Auer lui-même a constaté que le rendement était d'autant meilleur que la forme était plus déliée. Il y a lieu de comparer le phénomène d'incandescence que j'obtiens si simplement en approchant de la flamme d'une bougie les cendres d'un bois d'allumette. Ces cendres sont d'abord formées par un faisceau de fibres extrêmement fines provenant du faisceau ligneux [1] : quand on les approche de la flamme et qu'elles deviennent incandescentes, la température est alors tellement élevée qu'elles se frittent et prennent de la consistance. Leur température n'est pas celle

[1] Les fibres organiques du bois étant très rapprochées, les mouvements extérieurs de l'air ne peuvent suffire à faire pénétrer dans leur faisceau l'oxygène nécessaire pour qu'elles se consument, car les gaz se meuvent difficilement dans les espaces étroits comme, par exemple, celui laissé entre le piston et le corps de pompe d'une machine pneumatique (Deleuil). Il faut donc admettre l'attraction de l'oxygène.

de la flamme et encore moins celle de la couche gazeuse qui l'environne à 2^{mm} ou 3^{mm} de distance : elle est de beaucoup supérieure, personne ne le contestera. Or comment expliquer cet énorme accroissement de température, à moins d'admettre qu'il s'est formé sur les cendres incandescentes un foyer de combustion locale des gaz par suite de l'attraction de l'oxygène. Que l'on compare à l'éclat dont je parle celui du chalumeau alimenté par l'oxygène et par le gaz d'éclairage ; ces éclats sont analogues et rien n'empêche de supposer que, quand l'incandescence est très vive, l'oxygène est attiré avec une telle énergie qu'il se sépare de l'azote et arrive presque pur au foyer de combustion.

Il est facile de démontrer que la flamme du gaz devient éclairante par un mécanisme semblable. J'allume un bec de Bunsen ordinaire de manière qu'il brûle complètement bleu; au moyen de l'appareil décrit et figuré au Tome CXLV, page 622, j'analyse le mélange à l'intérieur de la flamme; la proportion de gaz est toujours de 32 pour 100 sensiblement; or, cette proportion est la limite supérieure d'inflammabilité du gaz. Quand la proportion est plus considérable, l'*excès de carbone* ne s'enflamme pas immédiatement et chaque particule excédante devient un foyer de combustion en s'entourant d'une atmosphère d'oxygène ; l'incandescence est d'autant plus vive que l'oxygène est plus pur. Quand l'oxygène est insuffisant pour que le phénomène se produise, la flamme devient fuligineuse.

Les différents oxydes ou les mélanges d'oxydes n'agissent pas tous sur l'oxygène avec la même force et produisent l'incandescence à des degrés variables. Cela est un caractère spécifique constaté que je ne puis expliquer. L'oxyde de fer, par exemple, avec lequel on marque les manchons Auer, demeure simplement rouge et tranche sur le reste du manchon qui est éblouissant. Sa température n'est pas la même. MM. Le Chatelier et Boudouard ont publié à ce sujet en 1898 (t. CXXVI, p. 1862) des mesures très significatives. En plaçant en un même point de la flamme d'un brûleur Bunsen la soudure d'un couple thermo-électrique, aplatie en un disque de $1^{mm},5$ de diamètre et recouverte de platine ou de différents oxydes, ils ont trouvé des températures d'incandescence qui varient de 300°.

L'éclat de l'incandescence est donc lié à la température par le mécanisme simple que je viens d'exposer, et il n'est pas nécessaire de recourir à l'explication que M. Auer a donnée comme possible (*Journal für Gasbeleuchtung*, 1901, p. 661). « L'incandescence se produirait, dit-il, par une succession extrêmement rapide de réductions et d'oxydations d'un des oxydes du mélange, qui auraient lieu plusieurs millions de fois à la seconde. » La réduction, dans ces conditions, est impossible à admettre et l'hypothèse précédente n'est plus nécessaire, une fois établi le mécanisme de la combustion par incandescence.

La combustion par incandescence abaisse considérablement la limite infé-

rieure d'inflammabilité obtenue par les flammes. J'ai fait une expérience caractéristique à ce sujet. Je baisse la flamme d'un bec Auer de façon que l'œil ne soit pas ébloui; puis, au moyen de l'appareil ci-dessus indiqué, j'envoie sur le manchon un jet d'air contenant des proportions déterminées de gaz d'éclairage. Le mélange à 10 pour 100 qui est celui de la limite inférieure d'inflammabilité produit un accroissement considérable de l'incandescence, des proportions de gaz inférieures accroissent de même l'incandescence, et pour la proportion de 5 pour 100 l'accroissement est encore très net. Si, au contraire, de l'air pur est projeté, il se forme une bande obscure sur la partie incandescente du manchon. Les becs Auer sont actuellement munis d'enveloppes de verre transparent ou opalin, portant des trous vis-à-vis de la base du manchon; ces orifices favorisent l'éclairement en augmentant l'incandescence; l'air, se chargeant du gaz non brûlé, le renvoie sur le manchon par un mécanisme analogue à celui de mon expérience.

L'abaissement de la limite de combustion des gaz pourra donner lieu sans doute à d'autres applications industrielles, en dehors même de celles de l'éclairage.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une démonstration de la règle des phases de Gibbs.* Note de M. **J.-A. Muller**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Dans une Note publiée en 1904 dans les *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 621, M. C. Raveau a donné une démonstration de la règle des phases de Gibbs, en dehors de toute considération des principes de la Thermodynamique [1].

Il me semble que la marche suivante permet d'arriver plus simplement au même but et qu'elle a, en outre, l'avantage de montrer comment un système atteint un état d'équilibre stable.

Ce qui permet à un système d'arriver à l'équilibre, à une pression et à une température déterminées, c'est uniquement le passage des corps qui le composent à travers les surfaces de séparation des différentes masses homogènes, c'est-à-dire des phases du

---

[1] Les principales démonstrations de la règle des phases qui ont été données en France sont celles de M. H. Le Chatelier (*Revue générale des Sciences,* année 1899, p. 759) et celle de M. Perrin, dans son *Traité de Chimie physique : Les principes,* p. 265.

système. Toutes choses égales d'ailleurs, l'état d'équilibre est d'autant plus vite atteint que ces surfaces sont plus grandes, c'est-à-dire que les phases sont plus divisées. C'est ainsi qu'on met rapidement en équilibre, en l'agitant, un système composé de liquides, ou bien de liquides et de gaz ou de vapeurs. Mais l'état final d'équilibre est indépendant de la masse des phases, ainsi que de l'étendue et, dans les limites où l'on peut négliger les actions capillaires, de la forme de leurs surfaces de séparation.

Pratiquement, les systèmes dont il s'agit sont des liquides en suspension les uns dans les autres, ou bien superposés les uns aux autres et surmontés ou non d'une atmosphère gazeuse; ces systèmes peuvent également comprendre des corps solides baignés par les liquides ou plongés dans les gaz.

Soit donc un système composé de n corps indépendants partagés en φ phases. Ces φ phases ne sauraient être séparées les unes des autres par moins de $\varphi - 1$ surfaces de séparation et, d'après ce qui précède, on peut toujours supposer qu'il en soit ainsi. Considérons alors, en particulier, une des phases du système séparée d'une seule phase contiguë : la masse m d'un des composants qui peut passer, par unité de surface et dans l'unité de temps, de la phase considérée dans l'autre, est une certaine fonction de la pression, de la température et de la composition des phases contiguës. Il en est de même pour le passage de la masse m' du même corps, dans le sens inverse, à travers la même surface de séparation. Pour que la richesse en le corps considéré dans la phase choisie ne varie plus, ou encore pour que l'une des phases ne disparaisse pas complètement au détriment de l'autre, ce qui changerait la nature du système, il faut et il suffit qu'on ait

$$m = m'.$$

On aura ainsi, pour chaque surface de séparation et pour chaque corps du système, une équation analogue, soit en tout $n(\varphi - 1)$ équations d'équilibre.

Si maintenant a_i, b_i, ..., s_i désignent les masses des différents corps dans l'unité de masse de l'une des phases, on aura évidemment

$$a_i + b_i + \ldots + s_i = 1.$$

Les φ phases du système fourniront donc φ équations semblables.

Enfin, si M_1, M_2, ..., M_φ désignent les masses des différentes phases du système, p_1, p_2, ..., p_φ les masses, par unité de masse des phases, d'un même corps dont la masse totale, dans le système, est égale à p, on aura nécessairement la relation

$$p_1 M_1 + p_2 M_2 + \ldots + p_\varphi M_\varphi = p.$$

Les n corps indépendants du système donneront n équations analogues.

Les variables pouvant influer sur l'équilibre du système sont, outre la pression et la température considérées comme seules variables d'ordre physique, les n masses des corps indépendants qui le composent et les $n\varphi$ masses de ces corps, par unité de masse des différentes phases. Quant aux masses de ces dernières, elles sont arbitraires et l'équilibre n'est pas troublé quand on les fait varier; cet équilibre, en effet, est uniquement atteint par les échanges qui se font entre les surfaces de séparation des différentes phases, quelles que soient d'ailleurs les grandeurs des masses échangées.

Nous avons ainsi, en somme, $2 + n + n\varphi$ variables et, entre ces variables, $n(\varphi - 1) + \varphi + n$, soit $n\varphi + \varphi$ équations : le nombre des variables indépendantes que comporte le système considéré, autrement dit le degré de liberté ou la variance du système, est donc égal à

$$V = 2 + n + n\varphi - n\varphi - \varphi = n + 2 - \varphi.$$

Quand la variance est nulle, le système est à liaisons complètes.

MÉTALLURGIE. — *Sur l'origine des laminoirs*. Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. Bertin. (Extrait.)

Le banc à étirer du XVII[e] siècle qui se trouve au Musée de Cluny est accompagné d'un accessoire curieux. Sur l'une des filières destinées à l'étirage de petits fers profilés, la mâchoire plane, dont la seconde mâchoire se rapproche après chaque opération, est remplacée par un petit cylindre tournant sur deux tourillons.

Ce n'est sans doute pas un laminoir proprement dit, mais un acheminement vers le laminoir.

CHIRURGIE. — *Le progrès de la Chirurgie moderne jugé par une statistique de résections du genou*. Note de M. **Lucas-Championnière**, présentée par M. Guyon.

Peut-on juger de la métamorphose de la Chirurgie de ces quarante dernières années par une statistique récente ou par l'étude des opérations nouvelles?

Pour les opérations nouvelles, on ne peut comparer un état actuel et un état ancien puisque autrefois elles n'existaient pas. Puis la plupart des opérations nouvelles, opérations viscérales, se font sur des organes peu sensibles à la septicité, ou du moins sensibles seulement à des organismes très septiques relativement faciles à écarter par les précautions ordinaires de propreté. Leur succès actuel dépend du perfectionnement de technique et de la propreté plus que du progrès fait par l'ensemble des méthodes chirurgicales de traitement.

Il est plus intéressant de comparer les deux états d'une opération pratiquée avant l'ère antiseptique et depuis.

La résection du genou, qui enlève toutes les parties constituantes de l'articulation du genou, apporte le meilleur criterium du progrès chirurgical moderne.

Elle est faite sur la plus grande articulation constituant une région d'une sensibilité telle à la septicémie qu'aucune autre région n'en a de plus vive.

Les opérations les plus minimes faites sans précautions spéciales (ponction) conduisaient souvent aux désastres. Une grande opération comme la résection comportait d'effrayantes mortalités.

Les partisans de cette opération groupant les meilleurs chiffres, les meilleurs succès de l'étranger, trouvaient encore des chiffres de 35 et 36 pour 100 de morts, chiffres qu'ils considéraient comme faibles et encourageants.

En France, en réunissant les cas heureux, on arrivait à 57 pour 100.

Les opérations des hôpitaux de Paris avaient à peu près toutes échoué. Les chiffres réels variaient de 80 à 90 pour 100 de mortalité. L'utilité même des rares succès était contestable.

Pour les enfants qui avaient le moins de mortalité, l'opération était à peu près sans résultat utile. Les adultes qui n'étaient pas morts, conservant souvent des fistules, menaient une vie de misérables infirmes. Après des mois et des années, leur membre inférieur était inutilisable.

Ollier, qui a tant fait pour les résections, estimait qu'on ne devait faire la résection du genou que sur des sujets assurés de la possibilité de longs mois de traitement hygiénique, sans quoi il valait mieux amputer.

Il ne modifia cette opinion que plus tard, lorsque nous avions inauguré de nouveaux modes de pansement.

Enfin le nombre des opérations de chaque opérateur était misérable et, pour constituer une statistique, il fallait réunir celles de plusieurs chirurgiens.

En opposition, voici mes résultats pour cette opération, d'autant plus intéressants que j'ai dû, pour les faire par les méthodes nouvelles, constituer une technique personnelle après des tâtonnements dangereux.

De 1880 à 1907, j'ai fait 136 résections du genou.

Jusqu'à ma cent-trente-troisième opération je pouvais croire que je n'aurais aucune mortalité, car je n'avais vu aucun cas de mort par suite de l'opération.

Parmi les sujets à très mauvais état général que j'avais suivis, je n'avais vu la mort qu'après 5 mois, 6 mois, 2 ans, 10 ans, tout à fait indépendante de l'opération.

J'ai perdu le cent-trente-troisième opéré, 36 heures après l'opération, de délire alcoolique.

J'avais hésité à l'opérer. On m'avait caché que c'était un absinthique. J'appris après sa mort qu'il prenait chaque jour 5 ou 6 absinthes.

Même en tenant compte de ce décès je n'avais eu que 0,76 pour 100 de mort au lieu de 36 pour 100, la statistique la plus favorable jusque-là.

A part une fois dans mes essais du début (*troisième opération*), je n'ai jamais vu de suppuration secondaire sauf les cas de récidive, c'est-à-dire les cas dans lesquels il avait été impossible d'enlever tout le foyer de tuberculose.

Ce troisième cas guérit rapidement par amputation.

Plus tard j'ai fait plusieurs amputations secondaires (8) parce que, très encouragé par mes succès, j'appliquais la résection à ces cas pour lesquels tout autre chirurgien eût fait d'emblée l'amputation de la cuisse.

Cela m'a permis, pour quelques-uns, de conserver le membre chez des sujets pour lesquels ce succès était tout à fait imprévu.

Je n'ai jamais vu le retour de la tuberculose à longue échéance pour mes opérés guéris.

Le fait le plus remarquable que je puisse citer c'est l'absence absolue des fistules dues à des suppurations postopératoires.

Je n'en ai vu qu'un cas dû à une faute de pansement et par une nouvelle opération j'ai guéri la malade que j'ai suivie pendant plusieurs années.

J'ai revu un très grand nombre de mes opérés après 25, 15, 18, 14 ans, etc. Tous marchaient bien, avec un membre plus court et même j'en ai vu faire de véritables tours de force. Tel cet homme que j'ai revu 10 ans après son opération. Colporteur il reprit son métier peu de mois après son opération et son premier voyage à pied fut de 75^{km}.

L'influence de ces opérations qui enlèvent un gros foyer de tuberculose a souvent été de permettre la guérison d'autres foyers, même de foyers pulmonaires. J'en ai plusieurs exemples.

On peut se faire une idée de la simplicité des suites locales pour tous les sujets sans exception en remarquant que toutes ces opérations comportent

deux sutures osseuses doubles de gros fils d'argent. Je n'ai jamais eu occasion de retirer un de ces fils et n'ai vu dans aucun cas une *élimination de fil.*

Toutes mes opérations ont été faites en suivant la méthode de Lister, sans avoir aucun recours aux méthodes dites *aseptiques,* dans des salles hospitalières communes au milieu des suppurants et des sujets infectés venus du dehors. Je n'ai jamais utilisé une salle dite *aseptique.*

On peut conclure de cette série de résections du genou, l'une des plus nombreuses qu'un seul chirurgien ait réunie en aucun pays, que cette opération autrefois si meurtrière est, grâce à la Chirurgie moderne, d'une bénignité absolue.

De semblables résultats, comparés à ceux de la Chirurgie d'autrefois montrent le chemin parcouru; ils prouvent que la sécurité opératoire absolue peut être réalisée par les antiseptiques.

ZOOLOGIE. — *Sur la structure et le réseau trachéen des canaux excréteurs des reins de* Machilis maritima *Leach.* Note de M. L. **Bruntz**, présentée par M. Yves Delage.

Les *reins* des Thysanoures sont pairs et constitués chacun par un *saccule* communiquant avec un *labyrinthe.* Au labyrinthe de chaque rein fait suite un *canal excréteur.* Les deux canaux excréteurs, d'abord isolés, se réunissent ensuite pour former un conduit unique débouchant au dehors à la base et au-dessus de la lèvre inférieure.

Chez *Machilis maritima* ([1]), la région d'abouchement du labyrinthe avec le canal excréteur est rétrécie, étranglée et forme un court canal à structure spéciale, que j'appellerai le *collet.*

Au point de vue histologique, le collet est constitué par un épithélium dont les cellules font suite à celles du labyrinthe, d'une part, et à celles du canal excréteur, d'autre part. Elles sont basses (10^{μ}), munies chacune d'un gros noyau (7^{μ}), et le toit cellulaire est recouvert par une mince couche de chitine en continuation avec celle que revêt le canal excréteur proprement dit. Chaque collet est rattaché aux téguments par un paquet de fibrilles d'origine épidermique, qui forme une sorte de boucle autour de ce canal.

([1]) Du laboratoire maritime de Roscoff.

Les canaux excréteurs présentent la même structure dans leurs portions paire et impaire. Ces canaux sont formés par un épithélium très haut (environ 40^{μ}), qui paraît dériver d'une invagination de l'épiderme. Chaque cellule fait saillie dans la lumière du canal, de sorte que sa cavité, très spacieuse, est hérissée de nombreuses petites proéminences plus ou moins régulières. Au sommet de ces dernières, contrairement à l'opinion de Becker (1898), je n'ai pas vu, malgré une recherche attentive, d'orifice excréteur correspondant à un canalicule intracellulaire.

Intérieurement, le canal est limité par une couche de chitine continue avec celle des téguments.

Les membranes cellulaires sont fines et peu apparentes, en raison de la structure même du cytoplasme.

Chaque cellule est pourvue généralement d'un gros noyau (10^{μ}); rarement il en existe deux qui, dans ce cas, sont accolés. Ils sont ovoïdes, quelquefois légèrement déformés et pourvus d'un nucléole plasmatique.

La structure du cytoplasme est fibrillaire et réticulée. Les fibrilles forment des mailles serrées s'étendant depuis la base des cellules jusqu'aux deux tiers environ de leur hauteur. Dans la portion supérieure, les mailles sont lâches et délimitent de grandes lacunes.

C'est dans cette partie du corps cellulaire que les noyaux sont placés, ils s'avancent même souvent sous les élevures du toit cellulaire.

Dans la région des mailles serrées, les fibrilles sont épaissies et formées d'un cytoplasme condensé jouant le rôle de formations de soutien. Ce sont des tonofibrilles, électivement colorables par les laques d'hématoxyline ferrique et cuivrique. Elles sont anastomosées et, sur des coupes, les points d'anastomose, très visibles, peuvent laisser croire que ces fibrilles sont constituées par des granules disposés en série.

Les trachées présentent des rapports remarquables avec les cellules épithéliales des canaux excréteurs.

On sait que les dernières ramifications des trachées ou trachéoles sont intracellulaires (1). Ces trachéoles peuvent se terminer dans une grosse cellule trachéenne appelée *cellule terminale* ou s'anastomoser avec les trachéoles des cellules voisines pour former un réseau terminal comparable au réseau des capillaires sanguins des Vertébrés.

---

(1) Wistinghausen (1890), Holmgren (1896), Pantel (1898), Prenant (1900), Bongardt (1903), Townsend (1904), etc.

Si les trachéoles pénètrent quelquefois dans les cellules [1] des organes où elles se rendent, souvent aussi elles forment un réseau qui les enserrent sans les traverser.

En ce qui concerne les canaux excréteurs des reins, on constate, sur des coupes, que la face inférieure de l'épithélium est tapissée par un riche réseau trachéen. On retrouve aussi, dans l'épithélium, de fines trachéoles s'élevant jusqu'à la hauteur des noyaux. Or, j'ai pu m'assurer que ces trachéoles ne sont pas intracellulaires, mais toujours disposées entre deux cellules voisines. Elles ne se terminent pas dans l'épithélium, mais décrivent des boucles pouvant se ramifier et s'anastomoser en enserrant les cellules.

Il est remarquable de rencontrer, dans l'épithélium des canaux excréteurs, un réseau trachéen aussi développé et une aussi grande différenciation du cytoplasme que celle présentée par les cellules constitutives, car ces cellules sont de simples cellules de revêtement qui ne paraissent pas posséder de rôle glandulaire.

GÉOLOGIE. — *Sur le Sénonien et l'Éocène de la bordure nord de l'Atlas marocain.* Note de M. A. **Brives**.

J'ai indiqué dans une publication antérieure [2] que l'Eocène formait une bande continue à la bordure nord de l'Atlas, depuis les Neknafa jusqu'à l'Oued Iminzat (Mesfioua). Cette zone, constituée par des argiles blanches ou bleues, surmontées de Marnes et de Calcaires à silex, correspond au Suessonien d'Algérie. L'identité de facies, la présence de *Thersitea*, la continuité avec les couches à Nummulites de Chichaoua, ne laissent aucun doute à cet égard.

Cependant la présence de fossiles du Crétacé supérieur, signalés dans les Neknafa par M. Lemoine, avait amené une confusion, et l'existence de l'Eocène ne paraissait pas suffisamment caractérisée.

J'ai eu l'occasion, au cours de mon dernier voyage (novembre 1906-juillet 1907), de parcourir, à deux reprises différentes, le Neknafa et la bordure de l'Atlas. Les documents paléontologiques que j'ai recueillis me

---

(1) Heinemann (1872), Kupffer (1873), Faussek (1887), Kölliker (1889), Leydig (1885), Cajal (1888), Pétrunkewitsch (1900), etc.

(2) A. Brives, *Comptes rendus*, février 1905.

permettent de préciser les données antérieures. Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

1° Les couches à silex forment une bande étroite absolument continue sur toute la bordure de la chaîne et présentent toujours la même composition lithologique.

2° Ces couches se relient à celles du Djebel Tilda (Chichaoua), qui sont par conséquent du même âge.

3° Elles renferment une faune abondante de *Turritella*, de *Cerithium*, de bivalves. Les fossiles caractéristiques sont l'*Ostrea strictiplicata* Raulin et deux formes de *Thersitea* absolument semblables à celles qui ont été rencontrées par M. Joleaud, au-dessus des couches à phosphates dans l'est de l'Algérie.

4° Un niveau phosphaté existe au flanc du plateau du Guergouri (sud de Marrakech) et contient *Ostrea strictiplicata*.

5° La discordance sur le Crétacé est générale ainsi que la transgression sur les terrains plus anciens. Les couches reposent sur les terrains primaires à Amizmiz; sur le Trias gypseux dans les collines des Mesfioua, à Atchliz (Ourika), à Aguergour; sur le Cénomamien à Imintanout; sur le Turonien au sud de Bou Rikki; sur le Sénonien dans les Aït Zelten (Mtouga).

L'âge éocène inférieur de ces assises paraît donc définitivement acquis.

Le Sénonien n'avait pas encore été signalé, au moins d'une façon précise dans ces régions. M. Lemoine (1) avait indiqué de Bou Rikki et des Aït Biot quelques fossiles qui pouvaient faire supposer son existence, mais les couches qui les renfermaient avaient été confondues avec celles de l'Eocène inférieur.

Aux Aït Biot, le long de l'Oued Igrounzar, sur le chemin de Mogador à Tiggi (Dar el Mtougui), on peut observer, en concordance parfaite avec les calcaires à *Astarte Seguenzæ* Peron, dont l'âge turonien est incontestable en Algérie d'après l'opinion de M. Peron, une épaisseur de 40^{m} environ de Marnes blanches et de Calcaires marneux à rognons siliceux. Ces couches renferment une faune abondante de *Lucina*, de *Cytherea*, d'*Astarte*. J'ai eu la bonne fortune de rencontrer, dans les bancs les plus inférieurs, *Mortoniceras texanum* F. Römer, aux environs du marabout Si Ahmed ben Amar, sur le chemin de Tiggi.

Cette ammonite caractérise le Santonien inférieur des Charentes; elle a été retrouvée au même niveau en Tunisie et dans l'est de l'Algérie; il m'a paru intéressant de signaler son existence dans le Maroc occidental.

Le Sénonien ainsi caractérisé forme l'axe d'un synclinal dirigé Nord-Est-

(1) Lemoine, *Mission dans le Maroc occidental* (*Bull. Comité du Maroc*, 1905).

Sud-Ouest, j'ai pu suivre ses affleurements sur près de 25^{km} chez les Aït Zelten.

En résumé, il existe, dans cette région de l'Ouest marocain, deux niveaux bien définis de Calcaires à silex, l'un appartenant au Santonien, l'autre à l'Eocène inférieur.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un appareil fanonculaire de* Cetorhinus *trouvé à l'état fossile dans le Pliocène d'Anvers.* Note (1) de M. **Maurice Leriche**, présentée par M. Ch. Barrois.

Le genre *Cetorhinus* de Blainville (= *Selache* Cuvier), qui comprend les plus grands Squales actuels, vit dans l'océan Arctique; il est surtout cantonné dans la mer du Groenland et au nord de l'Islande et de la Norvège. Il s'aventure cependant assez souvent dans des régions plus tempérées : dans la partie américaine de l'Atlantique septentrional, dans les parages des Orcades et sur les côtes d'Irlande et de Norvège. Enfin, un très petit nombre d'individus, presque toujours isolés, ont été capturés sur les côtes du Danemark, d'Angleterre, de France, du Portugal et même, après avoir franchi le détroit de Gibraltar, sur les côtes de l'Italie.

L'un des principaux caractères du genre *Cethorinus* est d'avoir ses arcs hyoïdien et branchiaux garnis de petits appendices très déprimés, rappelant les fanons de la Baleine et ayant la forme d'une crosse dont la partie recourbée serait très élargie. Ces fanoncules ont été observés par la plupart des naturalistes (Gunner, Low, Pennant, Mitchell, Foulis, Cornish) qui eurent l'occasion d'étudier les individus capturés sur les côtes européennes. Allmann fut le premier à décrire, d'une façon précise, l'appareil fanonculaire de *Cetorhinus*. Plus tard et successivement, de Brito Capello, Pavesi, Wright, P. et H. Gervais donnèrent des descriptions détaillées de cet appareil.

De ces descriptions et, en particulier, de celle de Pavesi il résulte que les fanoncules sont placés les uns derrière les autres et insérés, par le bord externe de leur partie recourbée, vers le milieu des arcs, de telle sorte qu'ils cachent la partie interne de ceux-ci et laissent à découvert la partie externe qui supporte les branchies. Ils sont disposés en une seule rangée sur la

(1) Présentée dans la séance du 23 mars 1908.

face postérieure de l'hyomandibulaire et de l'hyoïdeum, en deux rangées sur chacun des quatre arcs branchiaux suivants (une rangée sur chacune des faces antérieure et postérieure de ces arcs), en une rangée unique sur la face externe des pharyngiens inférieurs. Ces diverses rangées de fanoncules sont, d'un même côté, reliées entre elles par des fanoncules plus petits.

Le rôle de ces fanoncules est d'intercepter le plankton nourricier contenu dans l'eau respiratoire. Ils ont ainsi la signification physiologique des fanons des Cétacés mysticètes et des branchiospines de certains Téléostomes (*Alosa*, *Polyodon*) (1).

En 1867, Hannover, qui ignorait les travaux déjà parus sur *Cetorhinus*, attira l'attention sur des corps dont la provenance était inconnue et qu'il avait rencontrés dans divers musées européens. Ces corps étaient formés de rayons semi-lunaires à la base et rappelant de *jeunes fanons de Baleine*. De l'étude microscopique qu'il fit de ces rayons Hannover conclut que leur structure histologique était identique à celle des boucles de *Raja batis* et qu'ils appartenaient à une Raie inconnue et peut-être éteinte.

Peu de temps après, P.-J. van Beneden signala, à l'état fossile, dans le Crag d'Anvers, des rayons isolés analogues à ceux que venait de décrire Hannover. Il rappela à leur sujet l'opinion de ce dernier auteur et créa pour le Poisson auquel ils avaient dû appartenir, mais dont il ignorait complètement la position zoologique exacte, le genre *Hannovera* et l'espèce *H. aurata*.

Enfin, Steenstrup reconnut dans les corps signalés par Hannover les fanoncules de *Selachus* (*Cetorhinus*) *maximus* Gunner, espèce actuelle, et, par suite, dans les rayons isolés du Pliocène d'Anvers, les fanoncules d'un Poisson du même genre.

Au cours d'une visite faite récemment, en compagnie de M. L. Dollo, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique, à la collection paléontologique de M. G. Hasse, à Anvers, notre attention fut attirée sur une pièce curieuse qui venait d'être trouvée à Anvers même dans le Pliocène supérieur (Poederlien). Cette pièce n'est autre qu'une partie importante de l'appareil fanonculaire d'un *Cetorhinus*. Les fanoncules y ont conservé leur position relative; ils forment plusieurs rangées dans lesquelles ils sont placés les uns derrière les autres. On peut distinguer six rangées de

(1) L. Dollo, *Bathydraco Scotiæ, Poisson abyssal nouveau recueilli par l'Expédition antarctique nationale écossaise* (*Proceed. Roy. Soc. of Edinburgh*, vol. XXVI, 1906, p. 72, note infrapaginale)

fanoncules ayant appartenu à quatre arcs différents. Deux de ces rangées sont simples et proviennent de deux arcs distincts. Les quatre autres sont opposées deux à deux, de façon que, dans chacun des deux groupes ainsi formés, la partie recourbée des fanoncules d'une rangée soit en contact avec la partie correspondante des fanoncules de l'autre rangée. Les deux rangées de fanoncules qui composent chacun de ces deux groupes sont donc disposées symétriquement par rapport à un plan qui passerait par la ligne de contact de leurs parties recourbées. Ce plan était, durant la vie de l'animal, représenté, dans chaque groupe, par un arc branchial distinct.

Les fanoncules fossiles, isolés, auxquels P.-J. van Beneden a donné le nom d'*Hannovera aurata,* sont identiques à ceux qui constituent l'appareil trouvé dans le Pliocène d'Anvers. Je ne pense pas qu'ils appartiennent à une espèce différente de l'espèce actuelle, *Cetorhinus maximus*. En effet, tous ces fanoncules ont exactement la forme et les dimensions des fanoncules des *Cetorhinus maximus* adultes. De plus, il existe, dans le Pliocène d'Anvers, comme dans le Crag d'Angleterre, des ergots qu'on ne peut distinguer de ceux que portent les appendices génitaux des individus mâles de cette espèce ([1]).

Comme les *Cetorhinus* de l'époque actuelle, les *Cetorhinus* de l'époque pliocène descendaient donc des mers arctiques pour visiter les côtes belges. Ils s'aventuraient aussi jusque sur les côtes italiennes. Des fanoncules ont effectivement été trouvés dans le Plaisancien de la Toscane et du Piémont.

Ces dernières côtes semblent même avoir été visitées par ces Squales dès l'époque miocène. Costa a, en effet, figuré, sous le nom de *Selache vetusta,* une dent provenant du Miocène des environs de Naples, et dont la forme générale est bien celle des dents des *Cetorhinus.*

Enfin, des traces de migrations plus anciennes encore peuvent être relevées en Belgique. Storms a, en effet, signalé dans l'argile de Boom (Oligocène moyen) la présence de fanoncules de *Cetorhinus*. J'ai pu examiner, dans les collections Ed. Delheid et G. Hasse, des fanoncules de l'argile de Boom. Ils diffèrent de ceux de *Cetorhinus maximus* par leur taille beaucoup plus petite et par leur extrémité recourbée plus élargie et en forme de

---

([1]) Les vertèbres du Pliocène d'Anvers que C. Hasse (*Das natürliche System der Elasmobranchier,* besonderer Theil, 1882, p. 241, *Pl. XXXII, fig.* 6-8) a décrites sous le nom de *Selache Duponti* me semblent se rapporter plutôt au genre *Carcharodon.*

croissant. Ils indiquent une espèce nouvelle (*Cetorhinus parvus* Ler.) qui est décrite dans mon Mémoire en préparation sur les Poissons oligocènes de la Belgique.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la mesure directe de la composante verticale du magnétisme terrestre. Application à l'exploration de la chaîne des puys.* Note de MM. **B. Brunhes** et **P. David**, transmise par M. Bouquet de la Grye.

Nos mesures antérieures de déclinaison et de composante horizontale sur le puy de Dôme et dans la chaîne des puys nous ont révélé des perturbations qui s'expliquent par une aimantation d'ensemble de chaque montagne (1). Il nous a paru qu'il y aurait intérêt à contrôler ce résultat par des mesures directes et nombreuses de la composante verticale.

Dans une première méthode, la seule décrite ici, nous avons utilisé notre boussole d'inclinaison de voyage à laquelle nous avons fait adapter une réglette latérale horizontale, pareille à celle qu'on adapte au théodolite pour la mesure de la composante horizontale. Le cadre vertical de la boussole étant perpendiculaire au méridien et l'aiguille mobile verticale, on pose un barreau fixe déviant sur l'étrier de la réglette. L'aiguille mobile s'incline d'un angle Δ compris, dans nos mesures, entre 35° et 40°. On retourne le barreau bout pour bout : l'aiguille s'incline en sens inverse. La différence des deux lectures donne 2Δ et l'on a

$$Z = K \cot \Delta,$$

la constante K se déterminant par la même opération en un point de repère où l'on a fait une mesure absolue. On effectue, comme contrôle, un retournement de tout l'appareil.

On n'a ainsi que des mesures relatives affectées d'une double cause d'erreur : la variation de l'aimantation du barreau déviant avec la température, et la diminution progressive de cette aimantation avec le temps. Dans les conditions de nos mesures, l'influence des variations de température ne peut guère dépasser dix unités du quatrième ordre; elle ne saurait

---

(1) *Journal de Physique*, 4e série, t. II, 1903, p. 202; 4e série, t. V, 1906, p. 705 et spécialement p. 719.

donc masquer les différences dues à l'inégale distribution de la force verticale dans l'espace. La diminution progressive a été trouvée pratiquement négligeable par des mesures répétées à diverses époques au point de référence.

A titre d'exemples, donnons une série de mesures faites le long d'une des pentes du puy de Dôme, en suivant l'alignement du sommet du puy de Besace, au sommet d'un mamelon situé sur le contrefort SW du puy de Dôme.

18 août 1907. Observateurs : M. B. Brunhes et M. I. Aurand, aide astronome à l'Observatoire de Tananarive.

	Altitude.	Composante verticale.
Point F (le plus bas dans l'alignement choisi)....	1009 m	0,3833
» G, pente SW du puy de Dôme	1100	0,3937
» H »	1216	0,4028
» I »	1285	0,4075
» J, tournant du chemin d'accès, dit *passage des Goules*..........................	1373	0,4186
» K, sommet du mamelon SW.............	1410	0,4320

Citons quelques mesures faites sur la pente N 15° W à partir du sommet, dans la région où la composante horizontale est minimum :

	Altitude.	H.	Z.
Point βM (précédemment exploré) sur un terre-plein avant la grande pente.......	1455 m	0,2053	0,4300
Point βK (id.), point extrême où l'on voie l'anémomètre.........................	1438	0,1994	0,4192
Point βK_1 (id.), plus bas................	1392	0,2072	0,4126

D'autres mesures au Sud et à l'Est permettent de conclure :

Les maxima et minima de déclinaison et de composante horizontale précédemment découverts ne proviennent pas de perturbations étroitement localisées en ces points, mais résultent bien d'une aimantation d'ensemble que démontre l'augmentation de la composante verticale quand on monte.

Cette augmentation est, en gros, proportionnelle à l'altitude dont on s'élève. Elle prend seulement une valeur plus forte si l'on atteint un sommet ou une terrasse où le plan tangent au sol devienne horizontal.

Les puys de Besace, du Clierzou, de Pariou, donnent des résultats de même sens que le puy de Dôme au point de vue de la variation de la composante ver-

ticale avec l'altitude. Il serait intéressant d'appliquer cette méthode d'exploration point par point à une montagne ayant, au contraire, un pôle Nord au sommet, comme les deux exemples qu'a signalés G. Meyer dans le Kaiserstuhl, *mais pour chacun desquels il ne cite que deux ou trois mesures en tout*. Si de pareilles montagnes existent, il ne sera pas inutile de procéder à de nombreuses mesures directes de composante verticale pour mettre leur propriété hors de doute. Car c'est la question de la possibilité de l'inclinaison négative dans le passé qui serait ainsi définitivement tranchée par l'affirmative.

M. C. **Goulas** adresse une Note intitulée : *Turbine atmosphérique*.

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Levy.)

M. **André Auric** adresse une Note *Sur l'entropie*.

(Renvoi à l'examen de M. Violle.)

M. P.-W. **Stuart-Menteath** adresse un Mémoire *Sur la géologie des environs de l'Observatoire d'Abbadia* (*Basses-Pyrénées*).

(Renvoi à l'examen de M. Michel Lévy.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.